

ИЗМЕНЕНИЕ ТВЕРДОСТИ СТАЛИ СТВОЛА СНАЙПЕРСКОЙ ВИНТОВКИ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Клюева Е.С.

Руководитель – проф., д.т.н. Маркова Г.В.

Тульский государственный университет, г. Тула

klueva.ekaterina@mail.ru

Совокупность процессов происходящих в металле при эксплуатации стволов снайперской винтовки ОСВ – 96 (нагрев при стрельбе до 600 °С; циклическое и динамическое нагружение при выстреле; химическое воздействие пороховых газов) приводит к постепенному изнашиванию канала ствола, разрушению его поверхности, что приводит к ухудшению эксплуатационных свойств.

Исследовали три ствола снайперской винтовки ОСВ – 96 с различным отстрелом: ствол с техническим отстрелом (№ 1), мало отстрелянный ствол (№ 2) и отработавший полный ресурс (№ 3). Стволы изготовлены из стали 30ХН2МФА. Термическая обработка – закалка от 860 °С и отпуск 620...640 °С. Твердость в соответствии с чертежом – 26...36 HRC (262...341 HV). Микроструктура стали всех образцов представляет собой мелкодисперсный сорбит (рисунок 1), сохраняющий слабую ориентировку фаз, наследуемую от мартенситного состояния. Структура соответствует штатному режиму термической обработки.

Для изучения были предоставлены 4 сечения ствола № 3 и 5 сечений стволов № 1 и 2. Схема вырезки образцов представлена на рисунке 2.

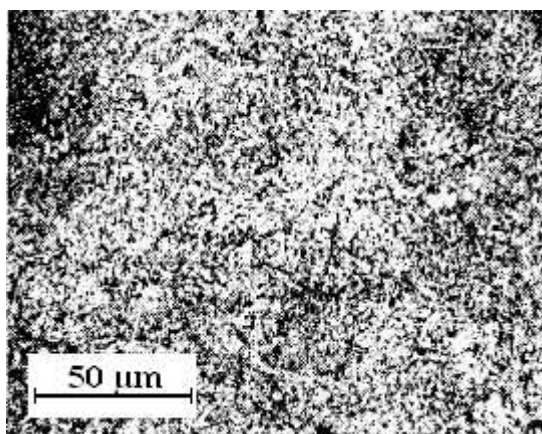


Рисунок 1.

Структура стали ствола
снайперской винтовки ОСВ – 96



Рисунок 2.

Схема вырезки образцов для
исследования: КЧ – казенная часть;
ДЧ – дульная часть;
С – средние сечения

Измерения микротвердости проводили на универсальном твердомере ПМТ – 3 в соответствии с ГОСТ 9450 – 76 [1] при нагрузке на индентор 0,5 Н. Время выдержки под нагрузкой составляло 10 секунд. Статистическую обработку результатов измерений проводили с использованием пакета прикладных программ *STATGRAPHICS Plus 5.1* [2] для ПК.

Анализ результатов измерения микротвердости по толщине сечения стволов № 1, 2 и 3, показал, что изменение твердости имеет циклический волновой характер (рисунок 3), что может быть связано с возникновением упругих и локальных пластических деформаций при импульсном нагружении [3].

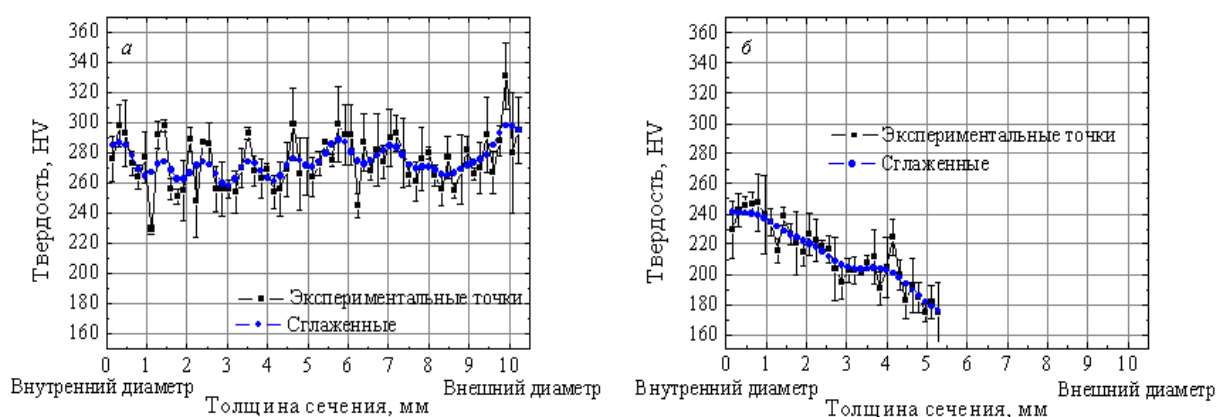


Рисунок 3. Распределение микротвердости по толщине сечения ствола № 3: а) казенная часть (КЧ); б) дульная часть (ДЧ)

При импульсном нагружении в металле образуется упругая волна, которая, дойдя до поверхности раздела, многократно отражается. При этом возможно образование узлов интерференции с максимальной амплитудой волны. В микроскопически неоднородной среде металла интерференция упругих волн может инициировать как упругие, так и локальные пластические деформации. При этом локальные значения твердости будут повышаться. По мере удаления от казенной части амплитуда упругой волны будет уменьшаться, что должно привести к постепенному снижению эффекта циклического изменения твердости, что и обнаруживается в эксперименте (рисунок 3).

Из рисунка 4 видно, что средние значения твердости, полученные на разных сечениях ствола с техническим отстрелом, значимо не отличаются. В отличие от ствола № 1 (рисунок 4) средняя твердость ствола с малым отстрелом несколько снижается от казенной части к дульной. Изменение

не входит за пределы погрешностей измерения, однако тенденция очевидна.

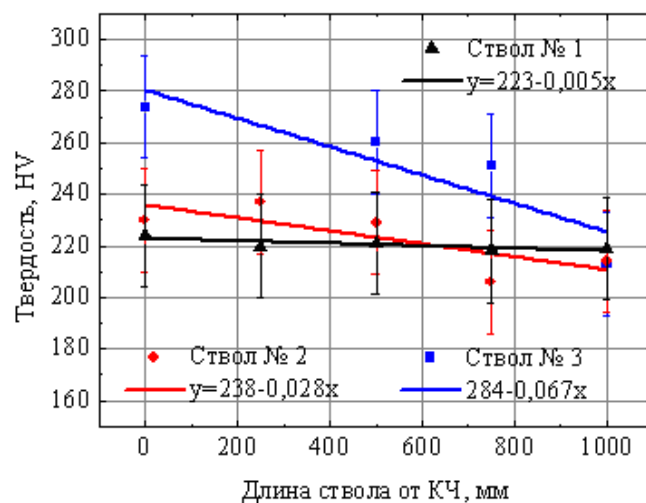


Рисунок 4. Распределение средних значений твердости по длине ствола

Изменение средней твердости по длине ствола отработавшего полный ресурс превышает погрешность измерения. Отметим, что изменение твердости происходит не столько за счет снижения твердости дульной части, сколько вследствие повышения средней твердости в казенной части (рисунок 4).

На основе данных дюрометрического анализа можно сделать следующие выводы:

1. Изменение твердости по сечению имеет циклический волновой характер. При этом амплитуда волнового отклика уменьшается по мере удаления от казенной части к дульной, а период увеличивается.

2. В процессе эксплуатации происходит наклеп металла ствола, что приводит к постепенному повышению значений твердости, особенно в казенной части.

Используемые литературные источники:

1. ГОСТ 9450 – 76 Измерение микроотвердости вдавливанием алмазных наконечников.

2. Метрология в металловедении. Часть 3: Методическое пособие/ С.И. Архангельский. – Тула: Тул. гос. Ун-т, 2009. – 37 с.

3. Гурьев А.В., Митин В.Я. Особенности развития локальных микронеоднородных деформаций и накопления усталостных повреждений в углеродистых сталях // Проблемы прочности, – 1978. – № 11, с 19-23.